

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-131206

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和62年(1987)6月13日

G 02 B 6/00
// B 29 C 55/00U-7370-2H
7446-4F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 耐屈曲性に優れたプラスチック光ファイバーの製造方法

⑭ 特 願 昭60-271754

⑮ 出 願 昭60(1985)12月3日

⑯ 発 明 者 藤 田 勲 大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
 ⑰ 発 明 者 竹 内 雅 則 大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
 ⑱ 発 明 者 山 口 伸 大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内
 ⑲ 出 願 人 東 レ 株 式 会 社 東京都中央区日本橋室町2丁目2番地

明 細 書

1. 発明の名称

耐屈曲性に優れたプラスチック光ファイバー
の製造方法

2. 特許請求の範囲

未延伸プラスチック光ファイバーを非接触加熱延伸するに際して、未延伸プラスチック光ファイバーを非接触下に加熱延伸する帯域に導入して加熱し、該加熱延伸帯域出口付近で該プラスチック光ファイバーの周囲から該プラスチック光ファイバーに加熱気流を当てることによって、該プラスチック光ファイバーの延伸点を該加熱気流の出口付近に固定し、かつ該プラスチック光ファイバーの走行方向に対して該加熱気流が向流になるように該加熱気流を前記の延伸帯域に導入することを特徴とする耐屈曲性に優れたプラスチック光ファイバーの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は機械的強度、特に耐屈曲性、可撓性および寸法安定性に優れ、優れた透光性を有するプラスチック光ファイバーの製造方法に関する。

(従来の技術)

通信技術分野の技術革新の中核をなす光学繊維の発展は、ガラス系光学繊維をベースとして著しいものがあり、コスト並びに加工性の重要視される短距離伝送分野においても有機系光学繊維の活用が注目されてきている。

有機系光学繊維、すなわちプラスチック光ファイバーは、ガラス系光学繊維に比較して透光性には劣るが、安価で、取り扱い性に優れているために、短距離伝送用として広く利用されようとしている。

しかしながら、このプラスチック光ファイバーは、通常、一般的な合成繊維の製造法である熔融紡糸法を適用して製造されるが、通常の合成繊維とは異なり、使用する重合体が結晶性を有しないこと、光学繊維特性の上から使用する重合体の純度が極度に高純度であり、繊維製造工程での異物

や不純物の混入を完全に防止する必要があり、加えて複合される芯および鞘成分間界面に不整がないことなど極めてシビアな製造プロセスおよび条件が採用されねばならないという工業的実施に際しての技術的困難性がある。

このような技術的困難性の中でも、該プラスチック光ファイバーの機械的性質、特に耐屈曲性および可撓性を改良するために、熔融紡糸された未延伸繊維を延伸し、繊維軸方向に高分子鎖を配向させることが必要であるが、この延伸工程では、該プラスチック光ファイバーを構成する芯成分と鞘成分との界面不整や界面剥離が生じて、得られるプラスチック光ファイバーの透光性を低下させるという問題の解決が極めて重要である。

このような技術的困難性を解決するために、従来該プラスチック光ファイバーの延伸には、加熱ロールや加熱板などのように、延伸過程の隙間によって鞘成分が損傷、脱落を生じ易く、結果として透光性および機械的強度を低下させる接触延伸ではなくて、非接触加熱延伸、たとえば加熱空気

や窒素などの加熱雰囲気中で間接的に繊維を加熱しながら延伸する手段が採用されている。

しかるにこの非接触加熱延伸の場合は、繊維の均一加熱が困難となり易く、不均一な状態で延伸による変形を受けると界面不整を生じ、プラスチック光ファイバーの透光性を低下させ、かつ延伸も不安定になって機械的強度を十分に改良できないという問題がある。

(発明の解決しようとする問題点)

本発明の目的は、機械的強度、特に耐屈曲性、可撓性および寸法安定性に優れ、優れた透光性を有するプラスチック光ファイバーを提供するにある。他の目的は上記プラスチック光ファイバー製造における技術上の問題点である芯、鞘成分間の界面不整がなく、均一な延伸を可能とするプラスチック光ファイバーの延伸法を提供するにある。

(問題点を解決するための手段)

このような本発明の目的は、上記特許請求の範囲に記載した発明、すなわち未延伸プラスチック光ファイバーを非接触加熱延

伸するに際して、未延伸プラスチック光ファイバーを非接触下に加熱延伸する帯域に導入して加熱し、該加熱延伸帯域出口付近で該プラスチック光ファイバーの周囲から該プラスチック光ファイバーに加熱気流を当てることによって、該プラスチック光ファイバーの延伸点を該加熱気流の出口付近に固定し、かつ該プラスチック光ファイバーの走行方向に対して該加熱気流が向流になるように該加熱気流を前記の延伸帯域に導入することによって達成することができる。

本発明の非接触加熱延伸においては、未延伸プラスチック光ファイバーを加熱延伸する帯域(以下、延伸帯域という)出口付近で該プラスチック光ファイバーの周囲から加熱気流を当てると共に、光ファイバーの走行方向に対して該加熱気流が向流になるように該加熱気流を前記の延伸帯域に導入することが重要であり、このような加熱流体の延伸帯域への導入および光ファイバーへの加熱流体の付与によって、該光ファイバーの延伸点を該延伸帯域出口部分の加熱気流出口付近に固定する

ことが可能になるのである。

すなわち、耐屈曲性などの力学特性に優れ、かつより均一、高度に延伸された、芯、鞘成分の界面不整または界面剥離のない透光性に優れた光ファイバーを得るためには、該非接触加熱延伸において光ファイバーの延伸点を延伸帯域出口部分の加熱気流出口付近に固定することによって達成することができるを見出した点に本発明の大きな特徴がある。つまり、光ファイバーのプロファイルの変化をできる限り短い領域で完結せしめ、かつ加熱帯域から冷却帯域に移行する直前で延伸力と繊維内部応力とを均衡させることによって、未延伸プラスチック光ファイバーを高分子鎖が繊維軸方向に配向し、同時に安定した繊維構造を有する延伸プラスチック光ファイバーに転換せしめることができるのである。次いで、冷却領域を経由したプラスチック光ファイバーは該冷却領域で十分に冷却された、繊維直径の小さい、可撓性を有する延伸繊維になっているから、以後の工程では通常の合成繊維と同様に扱うことが可能

である。

ここで、延伸点とは、必ずしもポリエステル繊維などで見られるようなネッキング部分ではない。すなわち、第2図は、プラスチック光ファイバーの延伸点を示す側面図あるが、図に示したように、未延伸プラスチック光ファイバーの設定繊維径(D₁)の90%以下に細化した(D₂)延伸領域における点(P₂)と、延伸プラスチック光ファイバーの設定繊維径(D₄)の110%に細化された(D₃)点(P₃)の中点(P_d)を延伸点とするものである。

このような延伸方法において、前記の延伸帯域および冷却領域における加熱温度、熱供給量などは、該延伸領域を走行する光ファイバーの走行速度、繊維直径によって相違するが、好ましくは次式の関係式を満足する条件を設定して延伸するのがよく、

$$|L| < 25 \text{ (cm)},$$

好ましくは $|L| < 10 \text{ (cm)}$ がよい。

屈曲性などの機械的性質に優れたプラスチック光ファイバーを得ることができるのである。

反対に、L値が-25cmよりも小、つまり延伸帯域の内部に延伸点がある場合は、耐屈曲性の良好な光ファイバーが得られないし、L値が+25cmよりも大、すなわち延伸帯域出口からかなり離れた領域に延伸点がある場合は、繊維直径の変動の大きい、透光損失の大きい光ファイバーしか得られなくなるのである。

このような非接触加熱延伸において、延伸帯域出口付近に光ファイバーの延伸点を固定する上で望ましいことは、延伸帯域出口に加熱流体を吹き込み、他方、吹き込まれた加熱流体を延伸帯域入り口付近から、たとえばエゼクターなどを用いて積極的に排出し、延伸帯域を流れる加熱流体の流れを安定化することである。このような加熱流体の導入および排出手段を適用することによって延伸帯域を走行する光ファイバー表面の伝熱環境を常時更新することができ、均一な延伸を助長することができるのである。なお、熱効率を高め、熱

上式中、Lは延伸帯域出口から延伸点までの距離(cm)であり、ここでいう延伸点の測定法の1例としては、延伸中のプラスチック光ファイバーを加熱延伸帯域の入口と延伸ロールの直前で同時に把持しつつ切断し、実質的に引張や収縮を与えないで加熱延伸帯域から取除き2~5cm間隔にマーキングし、マイクロメーター等でその繊維径変化、つまり細化プロフィールを調べる方法があり、このような方法によって、前述した定義に基づいて延伸点を求めることができる。また、Lの値の正負については、次のように定義することができる。

すなわち、該延伸領域出口部分の加熱気流出口の位置がL=0であり、延伸点が延伸帯域内方向にある場合は、Lの値はマイナス(-)値、延伸点が延伸帯域出口外方向にある場合はLの値はプラス(+)値で表すことができ、上式はL値が

$$-25 < L < +25$$

の範囲内であるときに、繊維直径の変動が小さくて、界面不整などに起因する透光損失の少ない耐

エネルギーを再利用する点から、排気加熱流体は、循環使用することが望ましい。

以下に、このような本発明の非接触加熱延伸方法の一例を図面に基いて具体的に説明する。

第1図は、本発明に使用する光ファイバーの延伸方法の一例を示す断面図であり、図において1は光ファイバー、2は駆動ロール、3はブロックヒーターを装備する延伸帯域、4は加熱流体導入部、すなわち延伸帯域出口部、5は加熱流体循環用ファン、6は流体加熱用ヒーター、7は巻取り部を示す。

このように加熱帯域の中空部、すなわち系通路内を向流で循環させた場合は、系通路内の温度が均一になり、上述した通り光ファイバー表面の伝熱環境を常時更新することができるから、熱伝達が良好であり、そのためにヒーター長の短尺化を図ることが可能になる。ブロックヒーター加熱だけでは温度が不均一になり、上記効果を期待できない。

第1図において、未延伸光ファイバー1を予備

張力を付与した後、ネルソン方、駆動ロール2に捲回して延伸帯域に導き、光ファイバー1の走行方向に対向して4から加熱気流を吹込み、後方の速度の異なる駆動ロールの牽引力によって所定の倍率に延伸を行う。

第3図は、中空ヒーター内部の系通路内における温度分布を例示したものであり、目的に応じてA～Dまでの温度分布をとることができる。

第4図は、本発明の製造方法を採用した場合の光ファイバーの延伸変形による細化プロフィールを示したもので、②や③のように $-25 < \Delta < +25$ cmの範囲内に延伸点がある場合は、均一に変形が行われ、透光性や耐屈曲性が良好であるが、本発明の製造法によらない場合は、①のように延伸点中空ヒーターの内側へ移動し、不安定で機械的性質の劣ったものになったり、④のように延伸点中空ヒーターの外側へ移動して不均一延伸になり、冷却域における光ファイバーのプロフィールが乱れて線径変動が増大し、目的とする透光性性能や耐屈曲性などの機械的性質を付与すること

が困難になり易い。

次に、延伸された光ファイバーに寸法安定性を付与するために、熱安定化処理を施すのが好ましい。

すなわち、上記非接触加熱延伸法の条件を選択することによって、得られる延伸光ファイバーの収縮率をかなりの程度まで減少させ、寸法安定性を付与することができるが、光ファイバーの繊維直径が大きい場合または機械的強度をさらに向上させるために高倍率延伸を施す場合などには、該非接触加熱延伸条件の選択だけでは、十分に延伸光ファイバーの収縮率を減少させ、良好な寸法安定性を付与することが困難になることがある。

このような場合或いはより寸法安定性の向上した光ファイバーを得るための寸法安定化処理として、該延伸完了後の光ファイバーを延伸帯域の延伸温度よりも高温条件下に熱処理するのが好ましく、特に定長熱処理するのが好ましい。

非結晶性の重合体からなる光ファイバーの熱処理においては、通常の合成繊維のような結晶性重

合体からなる繊維の熱処理における熱固定とは異なり、延伸工程で与えられた繊維軸方向における高分子鎖の配向をできる限り維持して、繊維内部の歪みを均一化し、寸法安定性を付与することを意図して施されるのである。

この寸法安定性付与のための熱処理に際しても、非接触加熱が好ましいが、このような非接触熱処理手段としては、中空ヒータなどを用いることができるが、より好ましくは前記の非接触加熱延伸手段と同様に、加熱流体が循環する加熱帯域内に光ファイバーを置いて定長下に熱処理し、目的とする光ファイバーの最高使用温度の乾熱下で24時間の熱処理した後の光ファイバーの収縮率が2%以下、好ましくは1%以下になるように熱処理を施すのがよい。

本発明の光ファイバーを構成する芯成分重合体としては、特に限定されるものではなく、各種の優れた光透過性を有するもの、たとえば、メチルメタクリレートを主成分とする単独重合体または共重合体やポリカーボネート、ポルニル系単独重

合体または共重合体、スチレンを主成分とする単独重合体または共重合体などを挙げることができるし、同様に鞘成分を構成する重合体としては、含弗素メタクリレート系重合体や弗化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとの共重合体、含弗素オレフィン系共重合体などを例示することができる。

また、これらの芯、鞘両重合体成分の組み合わせの例としては、両者に屈折率差があることは当然であるが、複合紡糸を行う点から両重合体成分の融点はできるだけ近いことが望ましい。さらに具体的な組み合わせの例としては、ポリメチルメタクリレートと含弗素メタクリレート系重合体との組み合わせを挙げることができるが、これに限定されるものでないことは言うまでもない。

以下、実施例に基づき、本発明をさらに具体的に説明する。

なお、実施例において、透光性はタングステンハロゲンランプを光源として使用し、回折格子分光器を用いて波長特性を求めることによって確

認した。

実施例1および比較例1～2

市販のメチルメタクリレートを十分に精製した後、重合槽に送液し、連続塊状ラジカル重合を行ない、脱モノマ工程に導き、重量平均分子量85,000、残存モノマ含有率0.12重量%のポリメチルメタクリレートを作成し、溶融複合紡糸部の芯側へ供給した。

他方、試販の含有弗素メタクリレート系共重合体(テトラフルオロプロピルメタクリレート/メチメタクリレート=90/10重量比)を前記複合紡糸部の鞘側に供給し、紡糸温度225℃、冷却風速0.5m/秒、引取り速度8m/分で芯・鞘複合比88/12、繊維径1414ミクロンメートルの未延伸光ファイバーを得、次いで第1図に示した非接触加熱延伸-非接触熱処理装置を使用して第1表に示す条件下に延伸、定長熱処理を行なった。

第 1 表

区 分	延 伸 点	透光性	可撓性
未延伸 繊維	—	225dB/Km	×
実施例1	L = 2	224dB/Km	○
比較例1	L = -35 (延伸帯域内)	229dB/Km	×
比較例2	L = 30 (延伸帯域外)	285dB/Km	○

延伸帯域中の光ファイバーを延伸帯域の入口と出口で把持すると同時に両方で切断し、実質的に引張や収縮を与えないで延伸帯域からすばやく取除き、延伸帯域における繊維径の変化をマイクロメーターで測定し、前述の定義に基づいて延伸点を求めた。

本発明で規定する範囲内で延伸したプラスチック光ファイバーの透光損失の増加は-1dB/Kmであり、極めて優れており、かつ可撓性に優れていた。

4. 図面の簡単な説明

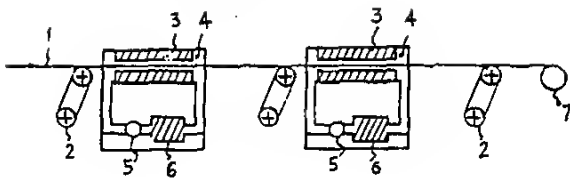
第1図は本発明のプラスチック光ファイバーの製造法に使用する延伸装置の1例を示す断面図、第2図は本発明の延伸点の定義を説明するための繊維の側面図、第3図は該延伸装置の中空ヒーター内部の系通路内における温度分布の1例を示す図、第4図は本発明における光ファイバーの延伸変形による細化プロフィールを示す図であり、図において、D₁は未延伸光ファイバーの設定繊維径、

D₂はその90%繊維径、D₄は延伸光ファイバーの設定繊維径、D₃はその110%の繊維径、Pdは延伸点、1は光ファイバー、2は駆動ロール、3はブロックヒーターを装備する延伸帯域、4は加熱流体導入部(延伸帯域出口部)、5は加熱流体循環用ファン、6は流体加熱用ヒーター、7は巻取り部を示す。

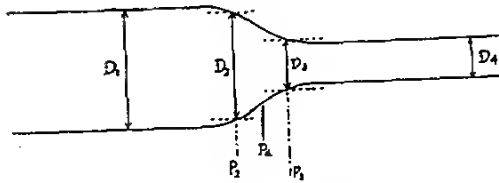
特許出願人

東レ株式会社

第 1 図



第 2 図



手続補正 61.2.5

昭和 年 月 日

特許庁長官 宇賀 道郎 殿

1. 事件の表示

昭和60年特許願第271754号

2. 発明の名称

耐屈曲性に優れたプラスチック光ファイバー
の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都中央区日本橋室町2丁目2番地

名称 (315) 東レ株式会社

代表取締役社長 伊藤 啓

4. 補正命令の日付 自 発

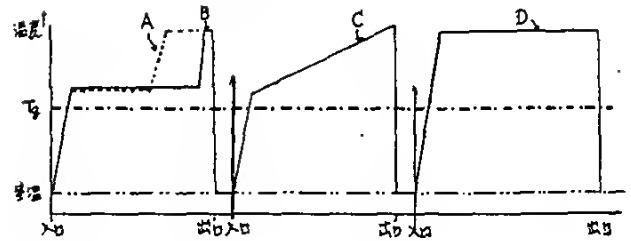
5. 補正により増加する発明の数 なし

6. 補正の対象

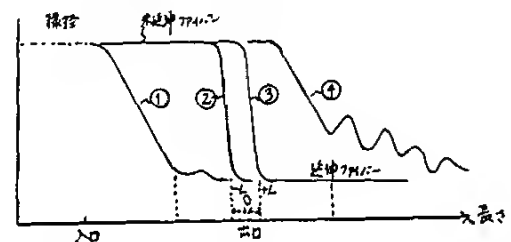
明細書の「発明の詳細な説明の欄」

7. 補正の内容

第 3 図



第 4 図



明 細 書 中

1. 第11頁第1行の「ネルソン方」を「ネルソン方式」とする。

2. 第14頁第2～3行の「……挙げることができるし、」の後に、「特にポリメチルメタクリレートが好ましく、」を挿入する。

3. 第15頁第2行「実施例1および比較例1～2」を「実施例1～2および比較例1」とする。

4. 第15頁第9行の「試販の含有弗素メタクリレート系」を「市販の含弗素メタクリレート系」とする。

5. 第15頁第11行の「メメタクリレート」を「メタクリレート」とする。

6. 第16頁第1表を削除し、別紙の第1表と差替える。

第 1 表

区 分	加熱気流の 導入方法	延伸条件			延伸点	透光性 (dB/Km)	可撓性
		速 度	温 度	倍率			
未延伸繊維	—	—	—	—	—	225	不 良
実施例 1	向流 (10m/分)	16m/分	160℃	2.0	L=2	224	極めて 良好
実施例 2	向流 (12m/分)	10m/分	170℃	2.0	L=35	224	良
比較例 1	送風なし	16m/分	160℃	2.0	L=30	285	やや不良

注：延伸帯域の長さ＝2.0m